

# **KAJIAN PROFIL MUKA AIR DI HULU DAN HILIR BENDUNG DITINJAU SECARA NUMERIK DAN PENGAMATAN LABORATORIUM**

## **Tugas Akhir**

untuk memenuhi sebagai persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

**Yuli Kristanto**  
**NIM : D 100 000 195**  
**NIRM : 00.6.106.0310.500195**

kepada

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**Agustus, 2011**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**KAJIAN PROFIL MUKA AIR di HULU DAN HILIR  
BENDUNG DITINJAU SECARA NUMERIK DAN  
PENGAMATAN LABORATORIUM**

**Tugas Akhir**

diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran  
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji  
pada tanggal 10 Agustus 2011

diajukan oleh :

**Yuli Kristanto**  
**NIM : D 100 000 195**  
**NIRM : 00.6.106.0310.500195**

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

**Kuswartomo, ST., MT.**  
**NIK : 651**

**Gurawan Djati Wibowo, ST.**  
**NIK : 782**

Anggota,

**Jaji Abdurrosyid, ST., MT.**  
**NIK : 691**

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk mencapai derajat sarjana S-1 Teknik Sipil  
Surakarta, Agustus 2011  
Dekan Fakultas Teknik Ketua Jurusan Teknik Sipil

**Ir. Agus Riyanto, MT.**  
**NIK : 483**

**Ir. Suhendro Tri Nugroho, MT.**  
**NIK : 732**

*Motto*

*Langkah pertama adalah keyakinan. Jangan melihat anak tangga secara keseluruhan,  
cukup lakukan langkah pertama.*

*Take the step in faith, you don't have to see the whole staircase,  
just take the first step*

*(Dr. Martin Luther King Jr.)*

*Kupersembahkan karya ini kepada:*

*Ayah Bundaku tercinta  
Kakak dan adik-adikku yang sangat aku sayangi  
Pembimbing dan para Dosen yang telah menularkan ilmunya  
Teman dan para penggiat hidraulik  
my life my future and my dead  
Almamater*

## KATA PENGANTAR

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Kajian Profil Muka Air Di Hulu Dan Hilir Bendung Ditinjau Secara Numerik Dan Pengamatan Laboratorium” ini. Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi salah satu syarat pada kurikulum Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada jenjang studi Strata Satu (S-1).

Dengan terselesaikannya tugas akhir ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Agus Riyanto, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Suhendro Tri Nugroho, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Kuswartomo, S.T., M.T., selaku pembimbing utama yang dengan sabar berkenan meluangkan waktu untuk memberikan semangat, bantuan dan bimbingannya sehingga Tugas Akhir ini terselesaikan.
4. Bapak Gurawan Djati W, S.T., selaku pembimbing pendamping yang dengan sabar banyak memberi motivasi dan bimbingan untuk tetap menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Jaji Abdurrosyid, S.T., M.T., selaku dosen tamu pendadaran yang telah bersedia meluangkan waktu di tengah kesibukannya sehingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
6. Bapak Anto Budi Listyawan, S.T., M.Sc., atas dukungan birokrasinya hingga Tugas Akhir ini berjalan lancar.
7. Bapak H. Ujianto, S.T., M.T., atas nasehat dan dukungannya hingga sampai terselesaikan Tugas Akhir ini.
8. Ibu Nurul Hidayati, S.T., M.T., atas semangat dan dorongannya hingga terselesaikan kuliah ini.

9. Seluruh staf dan karyawan Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
10. Direktur dan seluruh karyawan PT. Jaya Sempurna Sakti terima kasih telah menerima segala kekurangan penulis untuk tetap menjadi rekan kerja.
11. Ayah Bundaku tercinta yang telah memberikan dorongan dan semangat baik moril maupun materiil dalam menyelesaikan laporan ini.
12. Kakak dan Adik-adikku tersayang yang telah menemani hari-hariku.
13. Rekan-rekan angkatan sipil 2000 yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.
14. *My best friends*, Eko Gundul, Windu Aprianto, Puji Raharjo, Fauzi, Wida, Mas Agus lele, Mas Lilik, Mas Andy Laksmna, Mas Dendy, Pak Taufiq BeWe-makasih utanganya-, Mas Wahyu, Eko Tuyul, Hafin Mrontol, Basuki, Asvary, Harno Ateng, Sairu, *All Member Dinamik* yang tak henti-hentinya memberikan semangat penulis tetap menyelesaikan Tugas Akhir ini.
15. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas doa, semangat, nasehat, dukungan, dan bantuannya.
16. *my life, my future and my dead*.

Penulis menyadari bahwa apa yang terdapat dalam Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, namun demikian penulis telah berusaha dengan segenap daya dan upaya agar kiranya Tugas Akhir ini dapat membantu pengetahuan tambahan khususnya untuk penulis dan para pembaca umumnya.

Harapan penulis tidak lain agar kiranya Tugas Akhir ini dapat memberi manfaat yang sebanyak-banyaknya bagi para pembaca. Amin Ya Robbal'alamin.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Surakarta, Agustus 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI .....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRAKSI .....</b>	<b>xiii</b>
 <b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan Penelitian .....	2
C. Manfaat penelitian.....	2
D. Batasan Masalah .....	2
 <b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
 <b>BAB III. LANDASAN TEORI</b>	
A. Aliran Seragam .....	5
B. Kekasaran Saluran.....	6
C. Aliran Berubah Lambat Laun .....	9
1. Metode tahapan langsung ( <i>direct step method</i> ) .....	9
2. Methode Euler .....	10
D. Loncat Air dan Kehilangan Energi .....	11

#### **BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN**

A. Tempat Penelitian.....	13
B. Peralatan dan Bahan .....	13
C. Pengamatan Profil Muka Air .....	16
D. Tahapan Penelitian .....	16
E. Bagan Alir Penelitian .....	17

#### **BAB V. ANALISA DAN PEMBAHASAN**

A. Debit Rencana .....	19
B. Percobaan aliran <i>Steady Uniform Flow</i> .....	20
C. Analisis Profil Muka Air .....	21
1. Metode Tahapan Langsung ( <i>Direct Step Method</i> ) .....	22
2. Metode Euler .....	25
D. Loncatan Air dan Kehilangan Energi di Hilir Bendung .....	26

#### **BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan .....	29
B. Saran .....	29

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel III.1. Taksiran nilai tinggi kekasaran $k$ .....	8
Tabel III.2. Viskositas air .....	8
Tabel III.3. Karakteristik loncatan air berdasar froude number .....	12
Tabel V.1. Perhitungan empat variasi debit .....	19
Tabel V.4. Pengamatan tinggi muka air .....	22
Tabel V.29. Hitungan panjang loncat air .....	27

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar III.1. Penurunan rumus Chezy untuk saluran seragam pada saluran terbuka.....	6
Gambar III.2. Bagian saluran untuk menurunkan metode tahapan .....	9
Gambar III.3. Metode Euler .....	11
Gambar IV.1. Tampang air.....	13
Gambar IV.2. <i>Circulating flumes</i> .....	13
Gambar IV.3. Bendung type ogee .....	13
Gambar IV.4. <i>Point gauge</i> .....	14
Gambar IV.5. <i>V- notch</i> .....	14
Gambar IV.6. Termometer .....	14
Gambar IV.7. Pompa air .....	15
Gambar IV.8. saluran flumes dengan kertas milimeter blok .....	15
Gambar IV.9. Alat ukur kemiringan saluran .....	15
Gambar IV.10. Bagan alir penelitian .....	17
Gambar V.1. Grafik profil aliran muka air di hulu bendung dengan metode <i>direct step method</i> ( $Q_1$ ) .....	24
Gambar V.2. Grafik profil aliran muka air di hulu bendung dengan metode Euler ( $Q_1$ ) .....	26
Gambar V.3. Grafik prfil aliran muka air di hulu dan hilir bendung dengan metode <i>direct step method</i> ( $Q_1$ ) .....	28
Gambar V.3. Grafik prfil aliran muka air di hulu dan hilir bendung dengan metode <i>Euler</i> ( $Q_1$ ) .....	28

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A.	Cara Menentukan Debit Pada <i>V-notch</i> ..... L - 1
Lampiran B.	Tabel perhitungan muka air di laboratorium ..... L - 3
	Tabel perhitungan kekasaran saluran dengan trial and error ..... L - 3
	Tabel tinggi muka air di laboratorium ..... L - 3
Lampiran C.	Tabel perhitungan profil muka air di hulu dan hilir bendung dengan <i>direct step method</i> ..... L - 4
Lampiran D.	Tabel perhitungan profil muka air di hulu dan hilir bendung dengan metode Euler..... L - 40

## *Lampiran A*

*Cara menentukan debit pada V-notch*

## *Lampiran B*

*Tabel perhitungan muka air di laboratorium*

*Tabel perhitungan kekasaran saluran dengan trial and error*

*Tabel tinggi muka air di laboratorium*

## *Lampiran C*

*Tabel perhitungan profil muka air di hulu dan hilir bendung  
dengan direct step method*

## *Lampiran D*

*Tabel perhitungan profil muka air di hulu dan hilir bendung  
dengan metode Euler*

## DAFTAR NOTASI

$\tau_o$	= tegangan geser (N/m)
$\gamma$	= berat jenis air (N/m <sup>3</sup> )
K	= konstanta
Q	= debit (m <sup>3</sup> /dt)
v	= kecepatan (m/dt)
A	= luas tampang (m <sup>2</sup> )
P	= keliling basah (m)
R	= jari-jari hidraulik (m)
C	= koefisien Chezy
I	= kemiringan saluran
$\alpha$	= sudut kemiringan saluran
$\delta$	= tebal lapis batas laminar
$\nu$	= kekentalan kinematis (m <sup>2</sup> /dt)
k	= kekasaran saluran
$U_*$	= kecepatan geser
g	= gravitasi (m/d <sup>2</sup> )
hf	= tinggi energi
B	= lebar saluran (m)
h	= kedalaman aliran (m)
$S_f$	= kemiringan gesek
$S_o$	= kemiringan saluran
E	= energi spesifik
Z	= tinggi datum
Fr	= bilangan Froude
$k_v$	= koefisien volume
Ce	= koefisien tampang



# KAJIAN PROFIL MUKA AIR di HULU DAN HILIR BENDUNG DITINJAU SECARA NUMERIK DAN PENGAMATAN LABORATORIUM

## ABSTRAKSI

Pengendalian banjir di sungai membutuhkan informasi yang valid dari kedalaman air banjir hulu sampai dengan hilir. Data muka air banjir tersebut dapat dibangun tinggi tanggul pengendali banjir. Informasi tinggi muka air tersebut dapat ditentukan dengan 2 cara yaitu dengan model numerik dan model hidraulik. Hasil kalibrasi dari model hidraulika dan numerik dapat digunakan secara lebih baik dan dapat digunakan untuk informasi pengendalian banjir di lapangan.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Universitas Muhamandiyah Surakarta dengan menggunakan *flume* yang berdimensi panjang 10 m, lebar 30 cm, dan tinggi 60 cm, dengan bahan pembuat *flume* dari acrilik. Penelitian ini bertujuan membandingkan profil muka air hitungan dengan pengamatan di laboratorium. Pada penelitian ini digunakan metode numerik *direct step method* dan *metode Euler* dengan membagi saluran menjadi 20 cm pada hulu dan hilir bendung. Model bendung dengan mercu tipe *ogee*. Penelitian dilakukan dengan 4 variasi debit yang berbeda.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan kedua metode tersebut di hasilkan profil muka air yang mirip dengan hasil pengamatan di laboratorium. Nilai *error* tinggi muka air hasil pengamatan dan hitungan numerik dengan *direct step method* sebesar 0,28 % sampai dengan 1,23 %. Sedangkan dengan *metode Euler* berkisar antara 0,87 % sampai dengan 1,26 %.

**Kata kunci :** *Pengendalian banjir, model hidraulik, model numerik.*